



**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE PERUMAHAN PURI
BUNGA NIRWANA KECAMATAN SUMBERSARI
KABUPATEN JEMBER**

PROYEK AKHIR

Oleh

Haqni Riwayatul Faizah

NIM 161903103010

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DI JALAN
MASTRIP TIMUR KECAMATAN SUMBERSARI
KABUPATEN JEMBER**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III (D3) Teknik Sipil dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik Sipil.

Oleh:

HAQNI RIWAYATUL FAIZAH

NIM 161903103010

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan Untuk :

1. Kedua orang tua, Ayahanda Abasj Jusro S.Pd dan Ibunda Sulistiyannah yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan dengan segala kasih sayang dan pengorbanan yang tak terhingga, serta tidak pernah lelah memberikan semangat sekaligus dukungan baik secara moril maupun materil sehingga saya mampu mewujudkan suatu kebanggaan ini;
2. Adikku Siti Justisia yang selalu memberi dukungan hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini;
3. Terimakasih kepada Ibu Wiwik Yunarni W., S.T., M.T dan Bapak Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberi pengarahan hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini;
4. Terima kasih kepada Ibu Sri Sukmawati, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan akademik yang bermanfaat untuk kelancaran pengerjaan Proyek Akhir ini;
5. Guru-guruku sejak TK hingga SMA, dan semua dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
6. Bapak Muhlis Amiruddin selaku teknisi laboratorium Teknik Sipil yang membantu menyelesaikan proyek akhir ini;
7. Sahabatku Lerensy Mustikarani, Anindya Salsa, Azizatul Nafi'ah, Gillang Krisna W, Puthut Omar, Ahmad Hasan, Ahmad Faiz, Andhika, Ovilia, Fauzia, Lia, Bella, dan Yeni yang selalu memberi bantuan saat pengambilan data dan semangat selama penyusunan proyek akhir ini;
8. Seluruh teman-teman D-III Teknik Sipil 2016 dan Teknik Sipil 2016 yang banyak memberikan bantuan, semangat dan keceriaan selama 3 tahun terakhir;

MOTO

“Jika kamu tidak tahan terhadap penatnya belajar, maka kamu akan menanggung (bahayanya) kebodohan.”

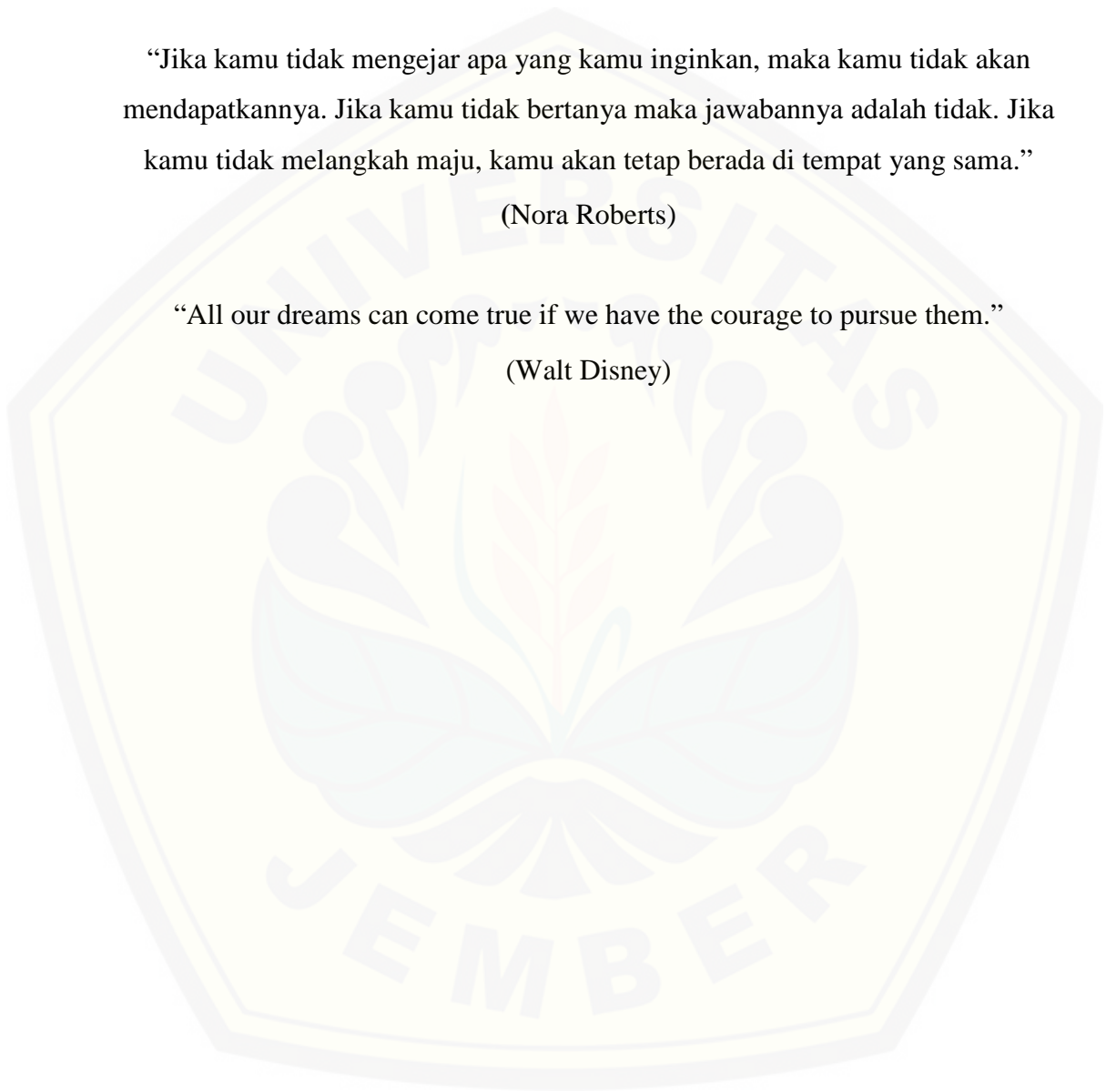
(Imam Syafi’i)

“Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama.”

(Nora Roberts)

“All our dreams can come true if we have the courage to pursue them.”

(Walt Disney)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Haqni Riwayatul Faizah

NIM : 161903103010

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Proyek Akhir yang berjudul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsaan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juli 2019

Yang menyatakan

Haqni Riwayatul Faizah

NIM 161903103010

LAPORAN PROYEK AKHIR

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE
PERUMAHAN PURI BUNGA NIRWANA KECAMATAN
SUMBERSARI KABUPATEN JEMBER**

Oleh:

Haqni Riwayatul Faizah

NIM. 161903103010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wiwik Yunarni W., S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T

PENGESAHAN

Laporan Proyek Akhir ini berjudul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 11 Juli 2019

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Wiwik Yunarni W., S.T., M.T

NIP. 19700613 199802 2 001

Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T

NIP. 19710804 199803 1 002

Penguji I

Penguji II

Ririn Endah Badriani, S.T., M.T

NIP. 19720528 199802 2 001

Retno Utami A. W., S.T., M.T., Ph.D

NIP. 760017219

RINGKASAN

Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember; Haqni Riwayatul Faizah, 161903103010; 2019; 70 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sistem drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu lahan atau kawasan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Kawasan pemukiman di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember merupakan daerah padat penduduk. Sistem drainase yang dimiliki perumahan tersebut kurang baik, sehingga menimbulkan genangan dan banjir di beberapa titik. Adanya pembangunan rumah baru di lahan kosong mengakibatkan tata guna lahan berubah, sehingga perlu adanya normalisasi saluran drainase untuk mencegah banjir dan genangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi eksisting saluran drainase dan dapat merencanakan saluran drainase di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. Penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai perencanaan saluran drainase. Dilanjutkan dengan pengumpulan data primer yaitu mengamati secara langsung kondisi eksisting sistem drainase, dengan melakukan pengukuran dan pemetaan di lapangan. Kemudian data sekunder berupa data curah hujan diperoleh dari Dinas PU. Bina Marga. Hasil penelitian didapatkan bahwa saluran pada kondisi eksisting memiliki 28 titik yang tidak mencukupi kapasitas, yaitu 16 saluran (di sisi kanan jalan) dan 12 saluran (di sisi kiri jalan). Solusi yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dilakukan perubahan dimensi saluran, dengan mengubah lebar saluran menjadi 0.30 – 0.40 m dan mengubah kedalaman masing-masing saluran dengan rentang 0.30 sampai 0.80 m. Seangkan dimensi saluran penerus dengan mengubah diameter saluran menjadi 0.30 – 0.90 m.

SUMMERI

Evaluation Capacity Of The Housing Drainage Channel For The Castle Of The Nirwana Bunga Regency Districtin The Summersari District Of Jember; Haqni Riwayatul Faizah, 161903103010; 2019; 70 pages; Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Jember Univesity.

The drainage system is a series of water buildings that function to reduce and/or throw away excess water from a land or region, so that the land can be functioned optimally. settlement region in Puri Bunga Nirwana Housing, Summersari District, Jember Regency is a densely populated area. The drainage system owned by the housing is not good enough, causing a pool and flooding at some point. The construction of new houses on vacant land has resulted in land use change, so the drainage channel normalization is needed to prevent flooding and inundation. The purpose of this study was to determine the existing conditions of the drainage channel and can plan a drainage channel in Puri Bunga Nirwana Housing, Summersari District, Jember Regency. The study began with a literature study on the planning of drainage channels. Followed by primary data collection that is directly observing the existing conditions of the drainage system, by measuring and mapping in the field. Then secondary data in the form of rainfall data is obtained from Dinas PU. Bina Marga. The results showed that the channels in the existing conditions had 28 points that were insufficient capacity, namely 16 channels (on the right side of the road) and 12 channels (on the left side of the road). The solution used to overcome this problem is to change the channel dimensions, by changing the channel width to 0.30 - 0.40 m and changing the depth of each channel with a range of 0.30 to 0.80 m. Share the dimensions of the successor channel by changing the diameter of the channel channel 0.30 - 0.90 m.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini yang berjudul “Perencanaan Saluran Drainase di Jalan Mastrip Timur Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember”. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan program studi D-III Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
3. Bapak Dwi Nurtanto, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi D-III Teknik Sipil Universitas Jember;
4. Ibu Wiwik Yunarni W., S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Utama dan telah membimbing, memberi motivasi dan memberikan dukungan demi kesempurnaan laporan proyek akhir;
5. Bapak Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing, memberi motivasi dan memberikan dukungan demi kesempurnaan laporan proyek akhir;
6. Ibu Ririn Endah Badriani, S.T., M.T selaku Dosen Penguji I dan Ibu Retno Utami Agung Wiyono., S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahannya demi terselesaikannya laporan proyek akhir;
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember, atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini;
8. Kedua orang tuaku yang telah memberikan dukungan dan doanya demi terselesaikannya laporan proyek akhir ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Proyek Akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat

Jember, 11 Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman	
LEMBAR COVER	i
LEMBAR JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTO	iv
PERNYATAAN	v
LAPORAN PROYEK AKHIR	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMERY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Banjir atau Genangan	3
2.2 Sistem Drainase	3
2.3 Fungsi Drainase	3
2.4 Jenis Drainase	4
2.5 Kala Ulang Rencana	8
2.6 Analisis Hidrologi	10
2.6.3 Uji Kecocokan	23
2.6.4 Analisis Intensitas Hujan	25
2.6.5 Debit Rencana.....	26
2.6.6 Analisis Hidrolika.....	26
2.6.7 Perhitungan Gorong-Gorong	31
BAB 3. METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat Penelitian	27

3.2 Jenis dan Sumber Data	28
3.3 Metode Pengumpulan Data	28
3.3.1 Pengumpulan Data	28
3.3.2 Pengolahan Data	29
3.3.3 Hasil Penelitian	29
3.4 Alur Kegiatan Penelitian	30
BAB 4. PEMBAHASAN	31
4.1 Analisis Hidrologi	31
4.1.1 Analisis Curah Hujan	31
4.1.2 Analisis Frekuensi Hujan	31
4.1.3 Uji Probabilitas	33
4.1.4 Analisis Intensitas Curah Hujan	38
4.1.5 Perhitungan Debit Hidrologi	39
4.2 Analisis Hidrolika	43
4.2.1 Dimensi Saluran Drainase Kondisi Eksisting	43
4.2.2 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran (Qsaluran)	47
4.3 Evaluasi Dimensi Saluran Drainase	54
4.3.1 Dimensi Eksisting Saluran Drainase	54
4.3.2 Dimensi Saluran Drainase Baru	57
BAB 5. PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	69
6.1 Dokumentasi	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kala ulang berdasarkan tipologi kota.....8

Tabel 2.2 Harga koefisien pengaliran (C)8

Tabel 2.3 Koefisien hambatan (nd) berdasarkan kondisi permukaan.....10

Tabel 2.4 Kemiringan saluran memanjanh (I_s) berdasarkan jenis material10

Tabel 2.5 Nilai variabel reduksi Gauss13

Tabel 2.6 Nilai K untuk distribusi Log Person III16

Tabel 2.7 Reduced Standart Deviation (S_n)18

Tabel 2.8 Reduced Mean (Y_n)19

Tabel 2.9 Reduced Variate (Y_{tr})19

Tabel 2.10 Harga kritis D_0 untuk uji Smirnov Kolmogorov21

Tabel 2.11 Angka kekasaran *Manning* (n)24

Tabel 4.1 Data Curah Hujan31

Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Besaran Statistik X, Si, Cs, dan Ck Debit Maksimum32

Tabel 4.3 Hujan Rencana dengan Periode Ulang T tahun33

Tabel 4.4 Nilai Parameter Uji *Chi-Square* untuk Distribusi Normal.....33

Tabel 4.5 Nilai Parameter Uji *Chi-Square* untuk Distribusi Log Normal.....34

Tabel 4.6	Nilai Pararameter Uji <i>Chi-Square</i> untuk Distribusi Gumbel.....	35
Tabel 4.7	Nilai Pararameter Uji <i>Chi-Square</i> untuk Distribusi Log Pearson III.....	36
Tabel 4.8	Perhitungan Uji Distribusi dengan Uji <i>Smirnov-Kolmogrov</i>	37
Tabel 4.9	Rekapitulasi Hasil Uji <i>Chi-Square</i> dan Uji <i>Smirnov-Kolmogrov</i>	37
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Analisis Intensitas Curah Hujan dengan Metode Log Pearson III	38
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Hujan Netto Jam – Jaman	38
Tabel 4.12	Perhitungan Debit Saluran Drainase Sebelah Kanan	41
Tabel 4.13	Perhitungan Debit Saluran Drainase Sebelah Kiri	42
Tabel 4.14	Dimensi Saluran Drainase Kondisi Eksisting Sebelah Kanan	44
Tabel 4.15	Dimensi Saluran Penerus Kondisi Eksisting Sebelah Kanan	45
Tabel 4.16	Dimensi Saluran Drainase Kondisi Eksisting Sebelah Kiri	46
Tabel 4.17	Dimensi Saluran Drainase Kondisi Eksisting Sebelah Kiri	47
Tabel 4.18	Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Sebelah Kanan	48
Tabel 4.19	Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Penerus Sebelah Kanan	50

Tabel 4.20 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Sebelah Kiri	51
Tabel 4.21 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Penerus Sebelah Kiri	53
Tabel 4.22 Perbandingan Qbanjir dan Qsaluran Saluran Drainase Kondisi Eksisting Sebelah Kanan	54
Tabel 4.23 Perbandingan Qbanjir dan Qsaluran Saluran Drainase Kondisi Eksisting Sebelah Kiri	56
Tabel 4.24 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Baru Sebelah Kanan	58
Tabel 4.25 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Penerus Baru Sebelah Kanan	60
Tabel 4.26 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Baru Sebelah Kanan	61
Tabel 4.27 Perhitungan Debit Hidrolika Saluran Penerus Baru Sebelah Kanan	63
Tabel 4.24 Perbandingan Qbanjir dan Qsaluran Saluran Drainase Sebelah Kanan	64
Tabel 4.25 Perbandingan Qbanjir dan Qsaluran Saluran Drainase Sebelah Kiri ..	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola jaringan drainase siku (Hasmar, 2002)5

Gambar 2.2 Pola jaringan drainase paralel (Hasmar, 2002)5

Gambar 2.3 Pola jaringan drainase grid iron (Hasmar, 2002)6

Gambar 2.4 Pola jaringan drainase alamiah (Hasmar, 2002).....6

Gambar 2.5 Pola jaringan drainase radial (Hasmar, 2002)6

Gambar 2.6 Pola jaringan drainase jaring-jaring (Hasmar, 2002)7

Gambar 2.7 Penampang persegi panjang23

Gambar 2.8 Penampang melintang saluran berbentuk trapesium24

Gambar 2.9 Sketsa gorong-gorong berbentuk lingkaran28

Gambar 3.1 Peta lokasi survei29

Gambar 3.2 Master plan perumahan puri bunga nirwana29

Gambar 3.3 Diagram Alir32

Gambar 4.1 Grafik Hubungan Intensitas Hujan dengan Waktu39

Gambar 4.2 Titik-titik saluran yang di tinjau40

Gambar 6.1 (1) dan (2) Pengambilan data menggunakan *Total Station*69

Gambar 6.2 (1) dan (2) Kondisi Saluran Eksisting di Lapangan69

Gambar 6.3 Kondisi Banjir di Lapangan setinggi 20 cm70
Gambar 6.4 (1) dan (2) Kondisi Banjir di Lapangan
.....70



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Jember merupakan daerah Tapal Kuda Provinsi Jawa Timur, hal ini menjadikan Kota Jember sebagai pusat kegiatan pemerintahan, pendidikan, pariwisata, perdagangan, dan permukiman. Bertambah cepatnya jumlah penduduk Kota Jember menyebabkan pesatnya perkembangan kota, sekaligus menyebabkan bertambahnya jumlah permukiman. Dengan bertambahnya jumlah permukiman maka akan mempengaruhi saluran air, karena debit air yang melewati saluran air juga akan meningkat akibat berkurangnya daerah resapan air. Sehingga bisa menimbulkan banjir atau genangan. Seperti banyaknya pengalihan tata guna lahan yang seharusnya digunakan untuk saluran drainase menjadi perumahan yang bisa menimbulkan kerusakan jaringan sistem saluran drainase.

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono, 1948)

Permasalahan yang sering terjadi pada musim penghujan adalah adanya genangan air atau banjir disekeliling titik yang kebanyakan terdapat di daerah perkotaan. Banjir atau genangan air yang sering terjadi di perkotaan perlu ditindak lebih lanjut dan ditangani dengan serius. Untuk mencegah terjadinya banjir atau genangan air yang lebih parah pada daerah perumahan tersebut.

Prasarana drainase disini berfungsi untuk menampung debit air yang mengalir, terutama pada saat musim hujan. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir atau genangan yang bisa mengganggu aktifitas masyarakat. Pada saat musim hujan, beberapa di daerah kota Jember mengalami banjir atau genangan air. Salah satunya terjadi di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember.

Intensitas curah hujan yang cukup deras menyebabkan adanya genangan air di Perumahan Puri Bunga Nirwana. Sementara saluran drainase yang tersumbat menyebabkan tidak mampu lagi mengalirkan debit aliran air hujan pada kawasan tersebut yang disebabkan oleh warga yang membuang sampah di bak kontrol, letak bangunan yang tidak sesuai seperti pagar rumah yang di bangun di

atas drainase, letak elevasi paling rendah dan sedimentasi pada saluran drainase. Sehingga menyebabkan tergenang air setinggi sekitar 30 cm. Maka dari itu di perlukan perencanaan ulang saluran drainase dan perhitungan dimensi saluran yang sesuai di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting saluran drainase di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember?
2. Bagaimana perencanaan saluran drainase di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kondisi eksisting saluran drainase di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.
2. Merencanakan saluran drainase di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan untuk proses perencanaan ulang sistem saluran drainase di Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember.

1.5 Batasan Masalah

1. Data curah hujan menggunakan data curah hujan 2009 - 2018.
2. Perhitungan debit rencana menggunakan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun.
3. Tidak memperhitungkan sedimentasi untuk jangka panjang.
4. Pada penyusunan Tugas Akhir (TA) ini tidak memperhitungkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam pengerjaan drainasenya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir atau Genangan

Banjir atau genangan merupakan permasalahan yang sering dijumpai di kota-kota besar, begitu pula yang terjadi di Perumahan Puri Bunga Nirwana saat hujan, kondisi saluran air meluap kejalan yang berakibat timbulnya genangan air pada permukaan jalan.

Banjir atau genangan merupakan peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Banjir ada 2 peristiwa. Pertama peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir. Kedua peristiwa banjir atau genangan terjadi karena limpasan air banjir dari sungai karena debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada (Suripin, 2004).

2.2 Sistem Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/rembesan sehingga fungsi lahan/kawasan tidak terganggu. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. (Suripin, 2004)

Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*). Disepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa (Suripin, 2004).

2.3 Fungsi Drainase

1. Untuk mengurangi kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

2. Sebagai pengendali air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air/banjir.
3. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
4. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
5. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

Adapun permasalahan drainase perkotaan yang sering terjadi dapat diklarifikasikan sebagai berikut :

- a. Permasalahan drainase karena alam, seperti :
 - Erosi dan sedimentasi
 - Curah hujan
 - Kondisi fisiografi/geofisik sungai
 - Pengaruh pasang naik air laut
- b. Permasalahan drainase karena ulah manusia, seperti :
 - Perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai (DAS)
 - Pembuangan sampah ke saluran drainase
 - Perubahan fungsi saluran irigasi menjadi saluran drainase
 - Kawasan kumuh disepanjang sungai atau saluran drainase
 - Infrastruktur saluran drainase kurang berfungsi (bendungan dan bangunan air)

2.4 Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis yang dilihat dari berbagai aspek. Jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hansmar, 2002) :

1. Menurut fungsinya

Drainase berfungsi untuk mengalirkan air limpasan dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya :

- a. *Single Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau air buangan lainnya.
- b. *Multi Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur ataupun bergantian, misalnya air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

2. Menurut Konstruksinya

Dalam merancang sistem drainase terlebih dahulu harus diketahui jenis konstruksinya, berikut ini adalah jenis drainase menurut konstruksinya:

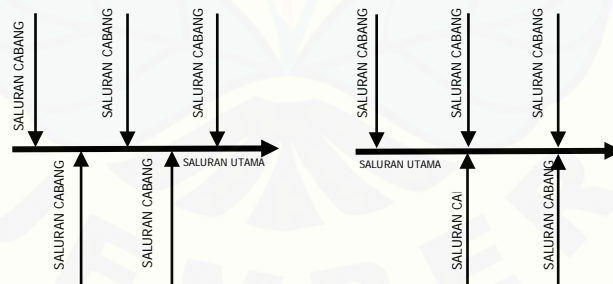
- a. Saluran Terbuka, saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luas lahan yang cukup.
- b. Saluran Tertutup, saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini digunakan untuk aliran kotor dan air limpasan yang biasanya terletak di bawah badan jalan.

3. Menurut Pola Jaringan Drainase

Berikut adalah pola jaringan drainase:

a. Jaringan Drainase Siku

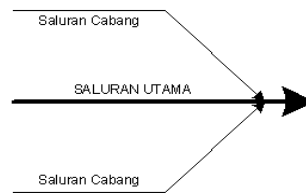
Siku, dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari elevasi sungai. Sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di tengah kota.



Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku (Hasmar, 2002)

b. Jaringan Drainase Paralel

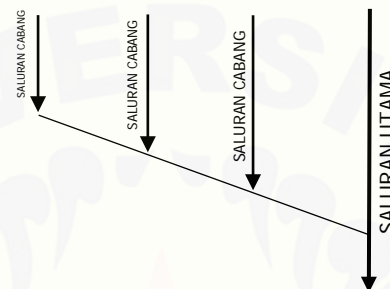
Paralel, saluran utama sejajar dengan saluran cabangnya. Memiliki saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran akan menyesuaikan.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Paralel (Hasmar, 2002)

c. Jaringan Drainase Grid Iron

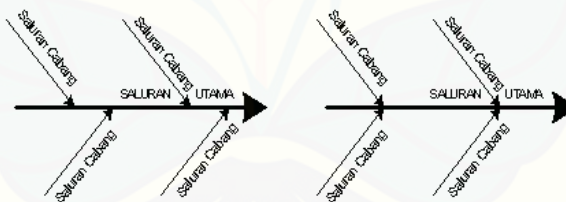
Grid Iron, untuk daerah yang sungainya terletak di pinggir kota dengan skema pengumpulan pada drainase cabang sebelum masuk kedalam saluran utama.



Gambar 2.3 Pola Drainase Grid Iron (Hasmar, 2002)

d. Jaringan Drainase Alamiah

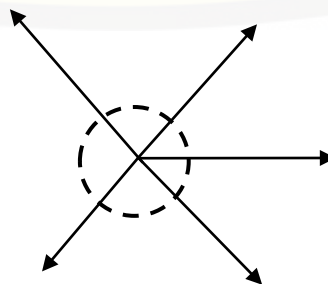
Alamiah, pola jaringa seperti jaringan drainase siku, namun pada pola alamiah ini beban sungainya lebih besar.



Gambar 2.4 Pola Drainase Alamiah (Hasmar, 2002)

e. Jaringan Drainase Radial

Radial, memiliki pola menyebarkan aliran pada pusat saluran menuju luar.

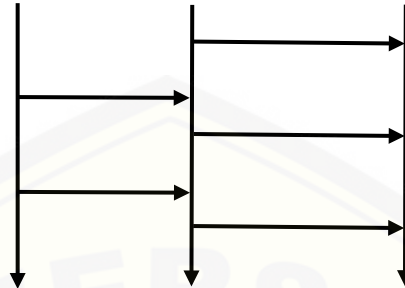


Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Radial (Hasmar, 2002)



f. Jaringan Drainase Jaring-Jaring

Jaring-jaring, pola yang mempunyai saluran-saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya dan sangat cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring (Hasmar, 2002)

2.5 Kala Ulang Rencana

Kala ulang adalah waktu hipotetik dimana probabilitas kejadian debit atau hujan dengan besaran tertentu akan dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum dari suatu sistim drainase yang didasarkan kala ulang tertentu yang dipakai dalam perencanaan. Hubungan yang probabilitas atau peluang dan resiko dari suatu debit banjir rencana, yang berkaitan dengan umur layan bangunan didasarkan pada rumus seperti berikut:

$$r = \frac{1-(1-p)^{Ly}}{p} \dots\dots\dots(2,1)$$

$$p = \frac{1}{T} \dots\dots\dots(2,2)$$

Keterangan :

T = Kala ulang

Ly = Umur Layan Bangunan

r = Resiko terjadinya banjir

p = Probabilitas

Acuan pada kriteria dan standar perencanaan yang tersedia, refrensi kala ulang adalah berdasarkan tipologi kota dan luasan daerah tangkapan atau DAS sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Kala ulang berdasarkan tipologi kota

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	<10	10 – 100	101 – 500	>500
Kota Metropolitan	2 Th	2-5 Th	5-10 Th	10-25 Th
Kota Besar	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-20 Th
Kota Sedang	2 Th	2-5 Th	2-5 Th	5-10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2-5 Th

Sumber : Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan, Dit. PLP, Ditjen Cipta KRY, 2011

2.6 Analisis Hidrologi

2.6.1 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan dapat dihitung dengan menggunakan cara cara sebagai berikut :

1. Koefisien aliran rata rata

$$C = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + C_3 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

C_1, C_2, C_3 = koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A_1, A_2, A_3 = luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

Tabel 2.2 Harga koefisien pengaliran (C)

No.	Diskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien Pengaliran (C)
1	Business	
	Perkotaan	0.70 - 0.95
	Pinggiran	0.50 - 0.70
2	Perumahan	
	Rumah tunggal	0.30 - 0.50
	Multiunit, terpisah	0.40 - 0.50
	Multiunit, tergabung	0.60 - 0.75
	Perkampungan	0.25 - 0.40
	Apartemen	0.50 - 0.70
3	Industri	
	Ringan	0.50 - 0.80
	Berat	0.60 - 0.90
4	Perkerasan	

	Aspal dan beton	0.70 - 0.95
	Batu bata, paving	0.50 - 0.70
5	Atap	
	Halaman, tanah berpasir	
	Datar, 2%	0.05 - 0.10
	Rata-rata, 2-7%	0.10 - 0.15
	Curam, 7%	0.15 - 0.20
	Halaman, tanah berat	
	Datar, 2%	0.13 - 0.17
	Rata-rata 2-7%	0.18 - 0.22
	Curam, 7%	0.25 - 0.35
	Halaman kereta api	0.10 - 0.35
	Taman tempat bermain	0.20 - 0.35
	Taman, pekuburan	0.10 - 0.25
6	Hutan	
	Datar, 0-50%	0.10 - 0.40
	Bergelombang, 5-10%	0.25 - 0.50
	Berbukit, 10-30%	0.30 - 0.60

(Sumber. McGuen, 1989)

2. Waktu Konsentrasi (Tc)

$$T_c = t_1 + t_2 \dots \dots \dots (2.4)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times I_0 \times \frac{nd}{\sqrt{I_s}} \right)^{0,167} \dots \dots \dots (2.5)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan :

Tc = waktu konsentrasi (menit)

t1 = waktu untuk mencapai awal saluran dari titik teriauh (menit)

t2 = waktu aliran dalam saluran sepanjang L dari ujung saluran (menit)

I₀ = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

L = panjang saluran (m)

N_d = koefisien hambatan (lihat Tabel 2.4)

i_s = kemiringan saluran memanjang

V = kecepatan air rata-rata pada saluran drainase (m/detik)

Tabel 2.3 Koefisien hambatan (nd) berdasarkan kondisi permukaan

No.	Kondisi Lapisan Permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,02
3	Permukaan licin dan kokoh	0,1
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul	0,2
5	Padang rumput dan rerumputan	0,4
6	Hutan gundul	0,6
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,8

(Sumber. Departemen Pekerjaan Umum, Pd.T-02-2006)

Tabel 2.4 Kemiringan saluran memanjang (I_s) berdasarkan jenis material

No.	Jenis Material	Kemiringan Saluran Is %
1	Tanah asli	0-5
2	Kerikil	5-7,5
3	Pasangan	7,5

(Sumber. Departemen Pekerjaan Umum, Pd.T-02-2006)

Ada tiga macam cara umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata maksimum:

1. Rata-rata aljabar

Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Curah hujan didapatkan dengan mengambil rata-rata hitung (*arithematic mean*) dari penakaran hujan areal. Curah hujan rata-rata diperoleh dari persamaan :

$$P = \frac{P_1+P_2+P_3+\dots+P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

P = curah hujan rata-rata (mm)

P₁,P₂,P₃,P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1,2,...,n

n = banyaknya pos penakar hujan

2. Polygon Thiessen

Metode yang dikenal dengan metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500-5000 km².

Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan :

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

P = curah hujan rata-rata (mm)

P₁, P₂, ..., P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n

A₁, A₂, ..., A_n = luas areal poligon 1, 2, ..., n (km²)

n = banyaknya pos penakar hujan

3. Ishoyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalam. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode ishoyet yang menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedala yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi.

Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan :

$$P = \frac{\sum [A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right)]}{\sum A} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

P = curah hujan rata-rata (mm)

P₁, P₂, P₃, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n

A₁, A₂, A₃, A_n = luas areal poligon 1, 2, ..., n (km²)

n = banyaknya pos penakar hujan

2.6.2 Analisis Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson III
4. Distribusi Gumbel

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran, yaitu dengan membandingkan koefisien dari metode yang akan digunakan.

2.6.2.1 Distribusi Normal

- Harga rata-rata :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

X_i = nilai varian k-i

n = jumlah data

- Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

- Koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

C_s = koefisien skewness

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

Koefisien kemencengan distribusi normal mempunyai kriteria $C_s=0$

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots(2.13)$$

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{s} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

\bar{X} = nilai rata rata hitung varian

S = deviasi standar nilai varian

KT = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang

Tabel 2.5 Nilai variabel reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

(Sumber. Suripin, 2004)

2.6.2.2 Distribusi Log Normal

- Harga rata-rata :

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

X_i = nilai varian k-i

n = jumlah data

- Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan :

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

- Koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

C_s = koefisien skewness

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah huajn rencana menggunakan persamaan berikut ini :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahun

\bar{Y} = nilai rata rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang

Koefisien kemencengan distribusi normal mempunyai kriteria $C_s > 0$

2.6.2.3 Distribusi Log Pearson III

Distribusi log-pearson III tidak memiliki sifat khas tetapi memiliki parameter-parameter, yaitu :

- Harga rata-rata :

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan :

X_i = nilai varian k-i

n = jumlah data

- Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

- Koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.21)$$

Keterangan :

C_s = koefisien skewness

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

Untuk perhitungan distribusi Log-Person III menggunakan persamaan berikut :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

K = variabel standar

X = besarnya tergantung koefisien kemencengan pada tabel 2.9

S = deviasi standar nilai varian



Tabel 2.6 Nilai K untuk distribusi Log-Person III

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Presentase peluang terlampaui (<i>Paercent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,00	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,888	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,823	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,764	0,764	0,768	0,769
-2,8	3,973	-0,469	0,384	0,666	0,712	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,667

(Sumber. Suripin,2004)

2.6.2.4 Distribusi Gumbel

- Harga rata-rata :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

X_i = nilai varian k-i

n = jumlah data

- Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan :

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

- Koefisien kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan :

C_s = koefisien skewness

S = deviasi standart

X_i = nilai varian k-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

Koefisien kemencengan distribusi normal mempunyai kriteria $C_s=1,1306$

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel mempunyai perumusan sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + s K \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

\bar{X} = harga rata – rata sampel

s = standar deviasi

Nilai K (Faktor probabilitas) untuk harga – harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.26)$$

Keterangan :

Y_n = reduced mean yang tergantung jumlah sampel

S_n = reduced standard deviation yang tergantung jumlah sampel

Y_{Tr} = reduced variate, yang dapat dihitung dengan persamaan

$$Y_{Tr} = - \ln\left\{ - \ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \dots\dots\dots(2.27)$$

Berikut rumus distribusi Gumbel :

$$X_{Tr} = b + \frac{1}{a} Y_{Tr} \dots\dots\dots(2.28)$$

di mana :

$$a = \frac{S_n}{s} \text{ dan } b = \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n} \dots\dots\dots(2.29)$$

Tabel 2.7 Reduced Standart Deviation (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0864	1,0961	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1458	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1638	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1814	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber. Suripin,2004)

Tabel 2.8 Reduced Mean (Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,5820	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber. Suripin,2004)

Tabel 2.9 Reduced Variate (Ytr)

Periode Ulang (Tr) Tahun	Reduced Variate (Ytr)	Periode Ulang (Tr) Tahun	Reduced Variate (Ytr)
2	0,3668	25	3,1993
5	1,5004	50	3,9028
10	2,251	100	4,6012

(Sumber. Suripin,2004)

2.6.3 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang di perkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter menggunakan Metode *Chi-Square* dan Metode *Kolmogorov-Smirnov*. (Suripin, 2004)

a. Uji *Chi-Square*

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2 \dots\dots\dots(2.30)$$

Keterangan :

X_h^2 = parameter Chi-Square terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Adapun prosedur pengujian Chi-Square sebagai berikut :

1. Urutkan data pengamatan dari yang terbesar ke yang terkecil atau sebaliknya.

2. Hitung jumlah kelas yang ada

$$K = 1 + 3.3 \log n \dots\dots\dots(2.31)$$

3. Tentukan derajat kebebasan

$$DK = K - (p + 1) \dots\dots\dots(2.32)$$

Nilai P = 2 untuk distribusi normal dan binominal, untuk distribusi log pearson III dan gumbel nilai P = 1

4. Chi-Kritik perbandingan 5%;derajat kebebasan. (Tabel Uji Chi-Square)

b. Uji Kolmogorov-Smirnov

$$D = \text{maksimum} [P(X_n) - P'(X_n)] \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan :

D_n = jarak vertikal maksimum antara pengamatan dan teoritisnya

$P(X_n)$ = probabilitas dari sampel data;

$P'(X_n)$ = probabilitas dari teoritisnya

Distribusi dikatakan cocok jika nilai $D_n < D$ kritisnya pada derajat kepercayaan yang diinginkan. Urutan uji ini adalah sebagai berikut :

- Susunlah data curah hujan harian rerata tiap tahun dari kecil ke besar atau sebaliknya
- Hitunglah probabilitas untuk masing-masing data hujan dengan persamaan Weibull sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.33)$$

Keterangan :

P = probabilitas (%)

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = banyak data.

- Carilah harga mutlak perbedaan maksimum antara distribusi empiris (P empiris) dengan distribusi teoritis (P teoritis)
- Jika nilai perbedaan maksimum antara distribusi empiris (P empiris) dengan distribusi teoritis (P teoritis) kurang dari harga kritis Smirnov Kolmogorov maka distribusi teoritisnya dapat diterima dan jika terjadi sebaliknya maka distribusi teoritisnya ditolak

Tabel 2.10 Harga kritis D_0 untuk uji Smirnov Kolmogorov

N	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
< 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

(Sumber : Bonnier, 1980)

2.6.4 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalam air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, aka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus *Mononobe*. (Suripin, 2004)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.34)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

2.6.5 Debit Rencana

Perhitungan debit rencana berdasarkan hujan rencana untuk saluran drainase perkotaan dapat dilakukan dengan persamaan rasional. Persamaan rasional dapat dihitung sebagai berikut : (Suripin 2004)

$$Q = \frac{1}{3,6} C \times I \times A$$

.....(2.35)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24^3}{T_c} \right)$$

.....(2.36)

Keterangan :

Q = debit aliran air (m³/detik)

C = koefisien pengaliran rata-rata dari C_1, C_2, C_3

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah layanan (km²) terdiri atas A_1, A_2, A_3

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

T_c = waktu konsentrasi (menit)

2.6.6 Analisis Hidrolika

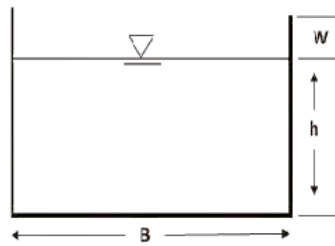
Aliran dalam saluran terbuka maupun saluran tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*). (Suripin, 2004)

Untuk dapat mengetahui kemampuan saluran drainase sudah cukup atau tidak untuk mengalirkan debit hujan, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap kapasitas saluran drainase. Perhitungan dimensi saluran dapat dijabarkan sesuai bentuk saluran sebagai berikut:

- a. Penampang Berbentuk Persegi

Luas penampang basah, A , dan keliling basah, P , dapat di tulis sebagai berikut:

$$A = Bh.....(2.37)$$



Gambar 2.7 Penampang Persegi Panjang

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x i_s^{1/2} \dots\dots\dots(2.38)$$

$$W = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$Q = A X V \dots\dots\dots(2.40)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.41)$$

$$A = B x h \dots\dots\dots(2.42)$$

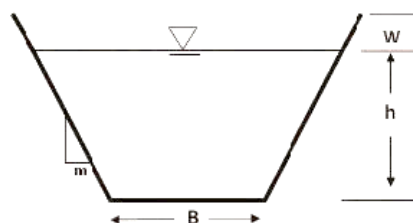
$$P = 2h + B \dots\dots\dots(2.43)$$

Keterangan:

- V = kecepatan aliran (m/detik)
- Q = debit aliran (m³/detik)
- n = koefisien kekasaran manning (Tabel 2.12)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- i_s* = kemiringan memanjang saluran (Tabel 2.5)
- A = luas penampang basah
- P = keliling penampang basa

b. Penampang Berbentuk Trapesium

Luas penampang melintang , A, dan keliling basam P, saluran dengan penampang melintang yang berbentuk trapesium dengan lebar dasar B, kedalaman aliran h, dan kemiringan dinding 1:m, dapat di rumuskan sebagai berikut :



Gambar 2.8 Penampang melintang saluran berbentuk trapesium

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x i_s^{1/2} \dots\dots\dots(2.44)$$

$$W = \sqrt{0,5h} \dots\dots\dots(2.45)$$

$$Q = A X V \dots\dots\dots(2.46)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.47)$$

$$A = h(B + mh) \dots\dots\dots(2.48)$$

$$P = B + 2h \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(2.49)$$

Keterangan:

- V = kecepatan aliran (m/detik)
- Q = debit aliran (m³/detik)
- n = koefisien kekasaran manning (Tabel 2.12)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- i_s = kemiringan memanjang saluran (Tabel 2.5)
- A = luas penampang basah
- P = keliling penampang basah

Tabel 2.11 Angka kekasaran Manning (n)

Tipe saluran dan deskripsinya	Minimum	Normal	Maksimum
B-1. Logam			
a. Baja dengan permukaan licin			
1. Tidak di cat	0.011	0.012	0.014
2. Dicat	0.012	0.013	0.017
b. Baja dengan permukaan bergelombang	0.021	0.025	0.030
B-2. Bukan Logam			
a. Semen			
1. Acian	0.010	0.011	0.013
2. Adukan	0.011	0.013	0.015
b. Kayu			
1. Diserut, tidak diawetkan	0.010	0.012	0.014
2. Diserut, diawetkan dengan creosoted	0.011	0.012	0.015
3. Tidak diserut	0.011	0.013	0.015
4. Papan	0.012	0.015	0.0184
5. Dilapis dengan kertas kedap air	0.010	0.014	0.017

c. Beton			
1. Dipoles dengan sendok kayu	0.011	0.013	0.015
2. Dipoles sedikit	0.013	0.015	0.016
3. Dipoles	0.015	0.017	0.020
4. Tidak dipoles	0.014	0.017	0.020
5. Adukan semprot, penampang rata	0.016	0.019	0.023
6. Adukan semprot, penampang bergelombang	0.018	0.022	0.025
7. Pada galian batu yang teratur	0.017	0.020	
8. Pada galian batu yang tak teratur	0.022	0.027	
d. Dasar beton dipoles sedikit dengan tebing dari			
1. Batu teratur dalam adukan	0.015	0.017	0.020
2. Batu tak teratur dalam adukan	0.017	0.020	0.024
3. Adukan batu, semen, diplester	0.016	0.020	0.024
4. Adukan batu dan semen	0.020	0.025	0.030
5. Batu kosong atau rip rap	0.020	0.030	0.035
e. Dasar kerikil dengan rebing dari			
1. Beton acuan	0.017	0.020	0.025
2. Batu tak teratur dalam adukan	0.020	0.023	0.026
3. Batu kosong atau rip rap	0.023	0.033	0.036
f. Bata			
1. Diglasir	0.011	0.013	0.015
2. Dalam adukan semen	0.012	0.015	0.018
g. Pasangan batu			
1. Batu pecah disemen	0.017	0.025	0.030
2. Batu kosong	0.023	0.032	0.035
C. Digali atau dikeruk			
a. Tanah lurus dan seragam			
1. Bersih, baru dibuat	0.016	0.018	0.020
2. Bersih, telah elapuk	0.018	0.022	0.025
3. Kerikil, penampang seragam, bersih	0.022	0.025	0.030
4. Berumput pendek, sedikit tanaman	0.022	0.027	0.033
b. Tanah, berkelok kelok dan tenang			
1. Tanpa tetumbuhan	0.023	0.025	0.030
2. Rumput dengan beberapa tanaman	0.025	0.030	0.033
3. Banyak tanaman pengganggu	0.030	0.035	0.040
4. Dasar tanah dengan tebing dari batu pecah	0.028	0.030	0.035
5. Dasar berbatu dengan tanaman	0.025	0.035	0.040
6. Dasar berkerakal degan tebing yang bersih	0.030	0.040	0.050
c. Hasil galian atau kerukan			
1. Tanpa tetumbuhan	0.025	0.028	0.033
2. Semak semak kecil ditebing	0.035	0.050	0.060
d. Pecahan batu			

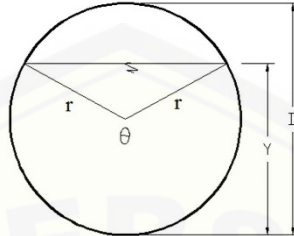
1. Halus, seragam	0.025	0.035	0.040
2. Tajam, tidak beraturan	0.035	0.040	0.050
e. Saluran tidak dirawat			
1. Banyak tanaman pengganggu setinggi			
air	0.050	0.080	0.120
2. Dasar bersih, belukar ditebing	0.040	0.050	0.080
3. Idem, setinggi muka air tertinggi	0.045	0.070	0.110
4. Banyak belukar setinggi air banjir	0.080	0.100	0.140

(Sumber. *Chow, V.T, 1997*)



2.6.7 Perhitungan Gorong-Gorong

Fungsi gorong-gorong adalah saluran melintang dan memotong badan jalan yang berada dibawah permukaan jalan yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi jalan lainnya. Perhitungan dimensi gorong gorong dapat menggunakan rumus dibawah ini.



Gambar 2.10 Sketsa gorong-gorong berbentuk lingkaran

$$A = \frac{1}{8}(\theta - \sin\theta)D^2 \dots\dots\dots(2.50)$$

$$p = \frac{1}{2}\theta D \dots\dots\dots(2.51)$$

$$y = \frac{D}{2} \left(1 - \cos \frac{1}{2}\theta\right) \dots\dots\dots(2.52)$$

$$R = \frac{A}{p} \dots\dots\dots(2.53)$$

$$V = \frac{1}{n} x R^{2/3} x i_s^{1/2} \dots\dots\dots(2.54)$$

$$T = 2\sqrt{y(d - y)} \dots\dots\dots(2.55)$$

$$W = 0,2xD \text{ sehingga } y = 0,8xD \dots\dots\dots(2.56)$$

$$Q = A X V \dots\dots\dots(2.57)$$

Keterangan:

A = luas penampang melintang (m²)

P = keliling basah (m)

y = kedalaman saluran yang tergenang air (m)

r = jari-jari lingkaran (m)

R = luas penampang basah dibagi keliling penampang basah/jari-jari hidrolis(m)

V = kecepatan rata-rata aliran (m/dt)

I = kemiringan dasar saluran (m)

D = diameter saluran bentuk lingkaran (m)

θ = besar sudut dalam radial

H = tinggi muka air (m)

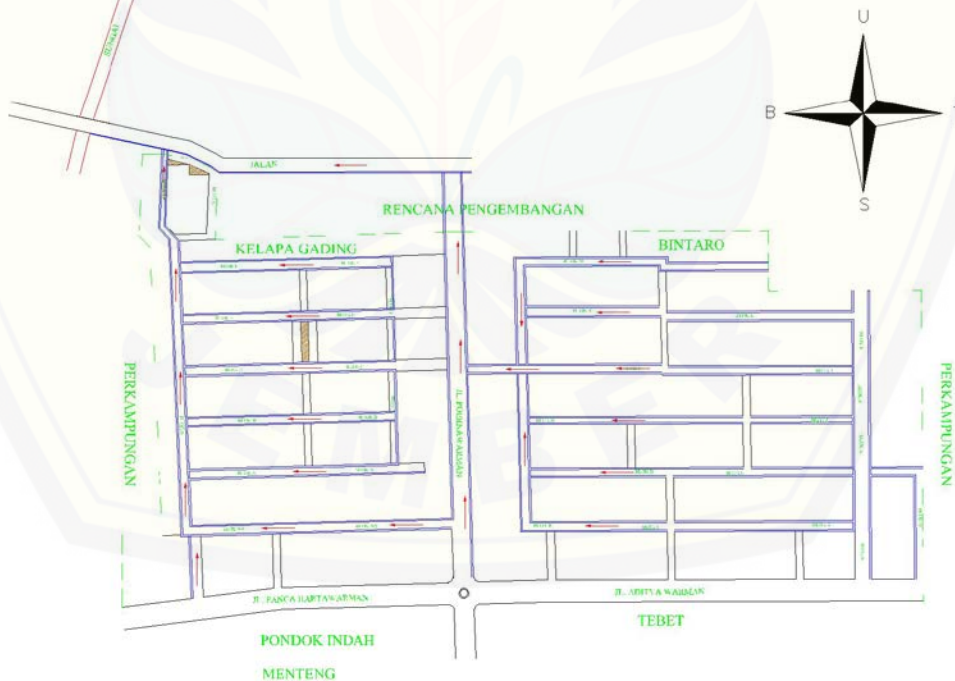
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Perumahan Puri Bunga Nirwana, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, yang dapat di lihat pada gambar 3.1 dan master plan Puri Bunga Nirwana gambar 3.2



Gambar 3.1 Peta Lokasi Survei



Gambar 3.2 Master Plan Perumahan Puri Bunga Nirwana

3.2 Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini jenis dan sumber data yang di digunakan adalah :

a. Data Primer

Data primer merupakan data atau informasi yang di peroleh dari hasil survei pada lokasi penelitian atau sumber asli. Pengumpulan data primer meliputi, :

- Survei topografi
- Survei tata guna lahan
- Survei lapangan dan peta situasi

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data atau informasi yang didapatkan melalui media perantara. Data sekunder yang digunakan yaitu dari hasil penelitian pihak lain yang sudah diarsipkan ataupun bersumber dari berbagai instansi instansi terkait, seperti data master plan dari PT Bumi Mentari Megah, data curah hujan tahunan dari Dinas PU. Bina Marga dan SDA Kabupaten Jember.

3.3 Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data menggunakan dua jenis pengumpulan data yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer terdiri dari data topografi, data tata guna lahan, serta data survei lapangan dan peta situasi. Data rill tersebut diperoleh langsung dari hasil survei lapangan. Survei ini menggunakan beberapa alat yaitu :

- Total Station
- Rambu ukur
- Tripod
- Unting-unting
- Meteran
- Payung
- Paku
- Palu

b. Data Sekunder

Data sekunder terdiri dari data yang bersumber dan dihimpun oleh instansi terkait, seperti PT Bumi Megah Mentari, Dinas PU, Bina Marga dan SDA Kabupaten Jember. Data curah hujan merupakan data sekunder dan data yang paling penting dalam merencanakan debit rencana pada perhitungan analisis hidrologi, maka diperlukan data curah hujan. Data ini tersebut dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Jember

3.3.2 Pengolahan Data

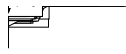
Pengolahan data akan dilakukan dengan menggunakan beberapa software, yaitu : Program bantu gambar, *Microsoft Word 2013*, *Microsoft exel 2013*, dan *server* dalam pengolahan data penelitian terdapat tahapan-tahapan , yaitu :

1. Tahap perencanaan perbaikan saluran drainase
 - Pengumpulan data curah hujan
 - Analisis frekuensi hujan
 - Analisis intensitas hujan
 - Perhitungan debit banjir rencana
 - Perhitungan dimensi saluran drainase eksisting
 - Perhitungan kecepatan aliran dan debit saluran
 - Evaluasi kapasitas saluran drainase
 - Perhitungan dimensi saluran drainase baru
 - Perhitungan dimensi saluran gorong-gorong

3.3.3 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang di maksud adalah kesimpulan akhir yang berupa hasil dari dimensi saluran drainase baru pada Perumahan Puri Bunga Nirwana Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember.

3.4 Alur Kegiatan Penelitian



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada kondisi eksisting ada 28 saluran yang tidak mencukupi kapasitas. Di sisi kanan jalan ada 16 saluran, yaitu saluran A3, A4, A5, A6, A7, A8, B1, H1, L2, L3, N1, O1, P1, P2, R1 dan S1. Dan di sisi kiri jalan ada 12 saluran, yaitu saluran C1, K1, K2, L1, L2, O1, P1, P2, S1, T1, U1, dan V1
2. Solusi untuk mengatasi saluran drainase yang tidak mencukupi kapasitas yaitu dilakukan perubahan dimensi saluran dengan mengubah lebar saluran menjadi 0.4 m dan mengubah kedalaman masing-masing saluran dengan rentang 0.3 m – 0.8 m. Sedangkan dimensi saluran penerus dengan mengubah diameter saluran menjadi 0.3 m – 0.9 m

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian menyarankan sebagai berikut :

1. Bagi warga agar mencegah pendangkalan saluran dengan tidak membuang sampah di area saluran air atau pada bak kontrol saluran.
2. Untuk penelitian selanjutnya direkomendasikan melakukan perhitungan Rencana Anggaran Biaya normalisasi drainase.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindya Salsa Puspita Sari. 2019. Perencanaan Saluran Drainase di Jalan Mastrip Timur Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember. *Disetasi*. Jember: Program Diploma III Universitas Jember.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2014. *Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta. Kementrian Pekerjaan Umum.
- Hasmar Halim (2002), *Drainase Perkotaan*, UII Press, Yogyakarta
- SNI 2415:2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*.
- Suripin. 2004. *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Yogjarkarta: Pernebit Andi.

LAMPIRAN

6.1 Dokumentasi



(1)

(2)

Gambar 6.1 (1) dan (2) Pengambilan data menggunakan *Total Station*

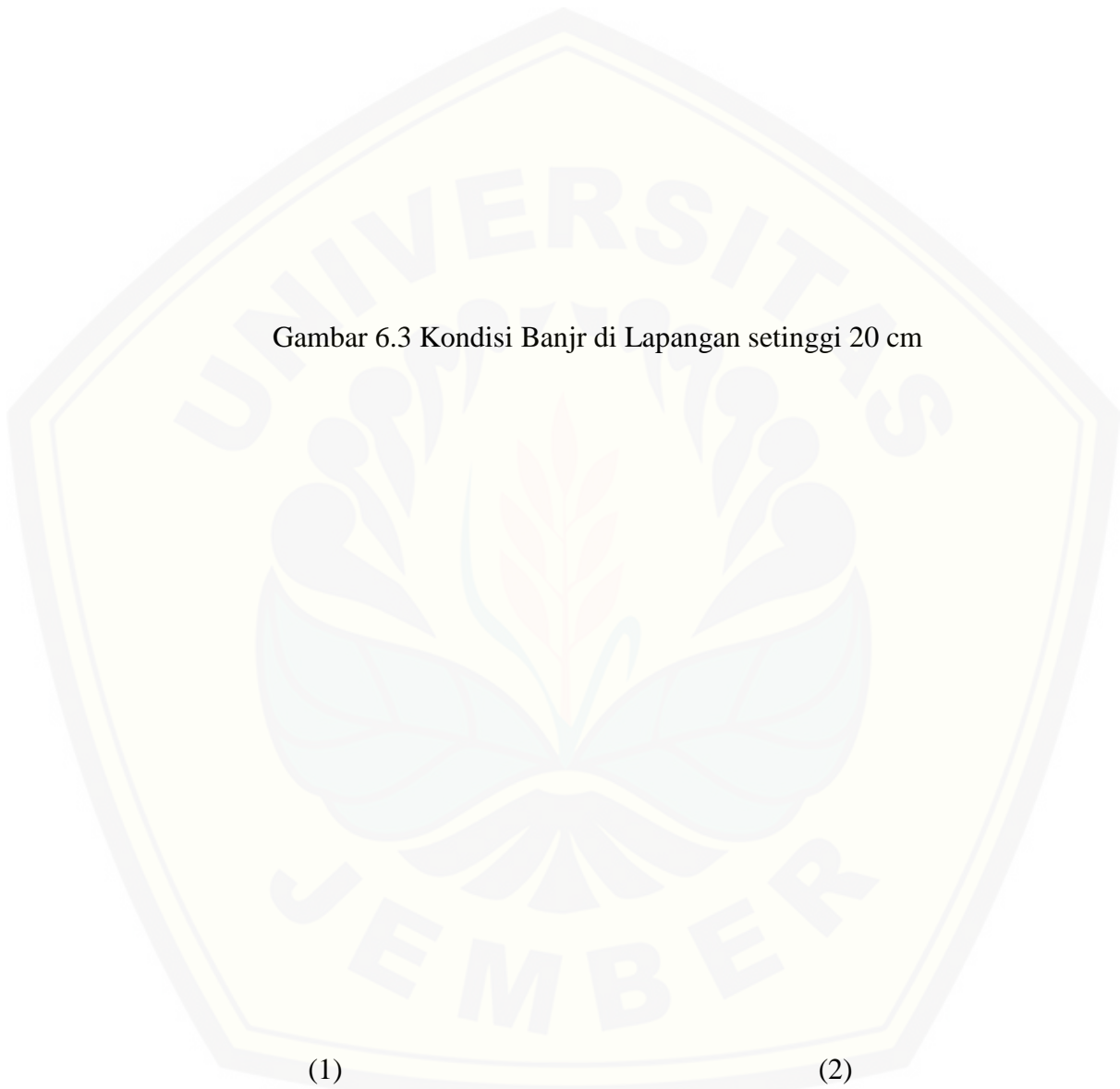


(1)

(2)

Gambar 6.2 (1) dan (2) Kondisi Saluran Eksisting di Lapangan

Gambar 6.3 Kondisi Banjir di Lapangan setinggi 20 cm



(1) (2)
Gambar 6.4 (1) dan (2) Kondisi Banjir di Lapangan